

DC

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-312650

(43) 公開日 平成11年(1999)11月9日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 21/205

H 0 1 L 21/205

33/00

33/00

C

H 0 1 S 3/18

6 7 3

H 0 1 S 3/18

6 7 3

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願平11-9728

(22) 出願日

平成11年(1999)1月18日

(31) 優先権主張番号

1 9 9 8 - 1 3 2 8

(32) 優先日

1998年1月17日

(33) 優先権主張国

韓国 (K R)

(71) 出願人 599008137

ハンベック コーポレイション

大韓民国, デソクカンヨクシ, デドッ

ク, シンイルドン 1675-4

(72) 発明者

シン ヒョン キル

大韓民国, デソクカンヨクシ, ユソン

グ, ゼンミンドン, エキスポ アパートメ

ント 405ドン505ホ

(74) 代理人

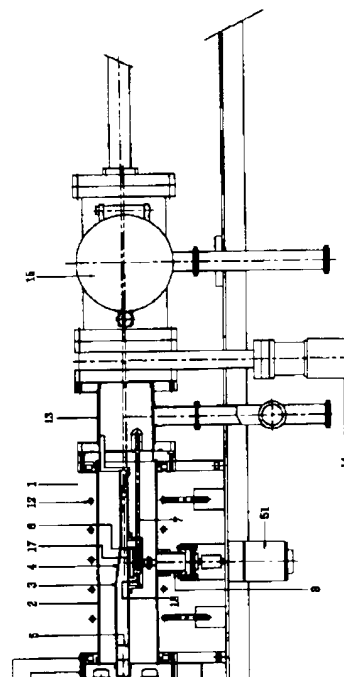
弁理士 志賀 富士弥 (外2名)

(54) 【発明の名称】 化合物半導体製造用水平反応炉

(57) 【要約】

【課題】 均一な薄膜を製造することができるGa<sub>N</sub>半導体製造用水平反応炉を提供する。

【解決手段】 半導体膜が形成される基板を支持するサセプターと、開放された両端部を有する反応ガス原料通路を限定する上部面と下部面及び二つの側面を含み、上部面は反応ガス原料の層流を誘導する傾斜面をその中間部に有し、下部面はサセプターを傾斜面と対向する位置で支持する内壁と、内壁を取り囲んでいる外壁と、反応ガス原料通路にアンモニアガスを供給するアンモニア供給手段と、反応ガス原料通路の前記両端部のうち、一方側端部と連通してアンモニア以外の反応ガス原料を供給する反応ガス原料供給手段と、反応ガス原料通路の他方側端部と連通して反応ガスの原料通路からの反応ガス原料を排出させる反応ガス原料排出手段と、アンモニアガス加熱手段と、サセプター加熱手段と、を備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体膜が形成される基板を支持するサセプターと、開放された両端部を有する反応ガス原料通路を限定する上部面と下部面及び二つの側面を含み、上部面は反応ガス原料の層流を誘導する傾斜面をその中間部に有し、下部面はサセプターを前記傾斜面と対向する位置で支持する内壁と、前記内壁を囲んでいる外壁と、前記反応ガス原料通路にアンモニアガスを供給するアンモニア供給手段と、反応ガス原料通路の前記両端部のうち、一端部と連通してアンモニア以外の反応ガス原料を前記反応ガス原料通路に供給する反応ガス原料供給手段と、反応ガス原料通路の他の端部と連通して前記反応ガス原料通路から反応ガス原料を排出させる反応ガス原料排出手段と、アンモニアガスを加熱するためのアンモニアガス加熱手段、及びサセプターを加熱するためのサセプター加熱手段を含むことを特徴とする化合物半導体製造用水平反応炉。

【請求項2】 前記サセプターを回転させるサセプター回転手段を更に含むことを特徴とする請求項1記載の化合物半導体製造用水平反応炉。

【請求項3】 前記アンモニア加熱手段及び前記サセプター加熱手段はRFコイルヒータであり、前記サセプターは基板を支持しサセプター回転手段により回転される回転部と、回転部を囲む固定部とを含み、前記アンモニア供給手段は、サセプターの回転部に隣接した位置にて一端部が開放されたアンモニア供給管を含み、アンモニア供給管はサセプターの固定部を貫通して設けられ固定部の加熱に応じて加熱されることを特徴とする請求項2記載の化合物半導体製造用水平反応炉。

【請求項4】 サセプターの固定部上面に基板周囲に延長される長溝が形成され、前記アンモニア供給管の前記端部が前記溝と連結されることを特徴とする請求項3記載の化合物半導体製造用水平反応炉。

【請求項5】 前記サセプター回転手段は、サセプターとサセプター回転モータを連結させる磁性流体動力伝達部を含むことを特徴とする請求項2記載の化合物半導体製造用水平反応炉。

【請求項6】 前記アンモニア供給手段は、前記内壁の下部面のサセプターに隣接した位置で一端部が開放されたアンモニア供給管を含み、前記アンモニア加熱手段は前記アンモニア供給管を囲む電気抵抗ヒータであり、前記サセプター加熱手段はサセプター下部に位置した電気抵抗ヒータであることを特徴とする請求項2記載の化合物半導体製造用水平反応炉。

し、チューブ型突出部は前記内壁の下部面と出合う部分にて内壁の縦軸と垂直に延長された長溝を有することを特徴とする請求項6記載の化合物半導体製造用水平反応炉。

【請求項8】 前記反応炉はサセプターにガスを供給する第1ガス供給手段と第2ガス供給手段をさらに含み、前記サセプターは前記内壁の下部面上に支持されるサセプターブロックと、サセプター中心円筒部とサセプター回転部とを含み、前記サセプターブロックは前記サセプター回転部と前記サセプター中心円筒部とを受容する湾入部と、前記第1及び第2ガス供給手段から供給されるガスが流入される第1及び第2ガス供給管と、前記ガスを流出させる流出口とを含み、前記サセプター中心円筒部は開放された端部が前記湾入部の底面に固定される中空円筒形の形状を有すると共に複数の貫通開口を含み、前記サセプター回転部は基板を支持する本体部と本体部との下部から延長され、前記サセプター中心円筒部を取り囲む中空円筒部を含み、前記中空円筒部はその外周縁に提供された複数の羽根を含み、前記湾入部の底面には前記第1ガス供給管が連結されて前記第1ガス管を通じて供給されたガスが前記湾入部の底面と前記サセプターの中心円筒部の内部により限定された空間に充填され前記複数の貫通開口などを通じて前記サセプターの中心円筒部と前記サセプター回転部の中空円筒部との間に流入して中空円筒部の表面に圧力を加えて前記サセプター回転部を上昇させ、前記湾入部の側壁には前記第2ガス供給管が連結されて第2ガス供給管を通じて供給されたガスが前記サセプター回転部の中空円筒部と前記サセプターブロックの湾入部との間の空間に流入して前記複数の羽根と衝突して前記サセプター回転部を回転させるように構成してなることを特徴とする請求項1記載の化合物半導体製造用水平反応炉。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体製作装置の反応炉、特にGaN半導体製造用水平反応炉に関する。

## 【0002】

【従来の技術】コンピュータ、通信、マルチメディアなど未来情報社会用機器に必要な高速化、大容量化、広域化、個人化、知能化、映像化を満たすことができる化合物半導体素子は大部分がエピタキシ成長法により製造される。

【0003】化合物半導体はディスプレイ用発光ダイオード(LED)、光通信、CD/VD(compact disc/video disc)用LD(laser diode)、受光素子、高速コンピュータ(cray)用素子、衛星通信用素子などに用いられており、今後、

る。色彩映像、グラフィック及び表示素子等に用いる発光素子は赤色(red)、緑色(green)、青色(blue)など3色のLEDを組合わせて全色ディスプレイ(full color display)を具現している。

【0004】この中で、青色LEDは約450nm程度の発光波長を有しIII-Vnitride系の半導体材料であるAlN、Ga<sub>2</sub>N、InNなどで製造する。(Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>1-y</sub>In<sub>y</sub>Nは全体組成範囲(1≥x≥0、1≥y≥0)で直接遷移型エネルギー帯構造を有し、x、y値の変化によってエネルギー帯間隔を2.0から6.2eV(使用波長範囲:370~650nm)まで変えることができるため多様な色相を一つの物質で実現することができるという長所がある。

【0005】III-V族窒化物半導体を製造するには通常的に有機金属化学気相蒸着(metalorganic chemical vapor deposition, MOCVD)装置を使用するが、この装置は水平反応炉及び垂直反応炉形態に分けられる。

【0006】垂直反応炉は通常、サセプターを回転させて作動させるが、基板縁の反応ガスの流れが速いため薄膜の厚さの均一性が劣る反面、水平反応炉では層流(laminarflow)が基板と平行に形成され垂直反応炉よりは薄膜の厚さを均一とするのに有利な長所がある。

【0007】従来の水平反応炉は高温のサセプター(反応炉内部の基板が置かれる部分)による反応ガスの熱対流現象を防止する機能を備えていなかったため、熱対流現象を除去し得ないという弱点を有しており、均一な薄膜を成長させることは至ることができなかった。厚さを含む薄膜特性の均一性を向上させるためにサセプターを回転させる方式の水平反応炉もあったが、ギヤ部分の摩擦による粉塵発生のおそれがあり、サセプターの回転にも拘わらず熱対流防止効果が十分ではなかった。

【0008】Ga<sub>2</sub>N半導体を製造する従来技術に関する文献としては、T. Nakamori, Nikkei Electronics Asia, 6(1), 57(1997)、M. Kamp, Compound Semiconductor, 2(5), 22(1996)、I. Bhat, Compound Semiconductor, 2(5), 24(1996)、S. Nakamura, Microelectronics, J., 25(8), 651(1994)及びS. Strite and H. Morkoc, J. Vac. Sci. Technol., B10(4), 1237(1992)などがある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、前述の短所などを解決し、均一な薄膜を製造することができるGa<sub>2</sub>N半導体製造用水平反応炉を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記目的のために本発明によれば、半導体膜が形成される基板を支持するサセプターと、開放された両端部を有する反応ガス原料通路を限定する上部面と下部面及び二つの側面を含み、上部面は反応ガス原料の層流を誘導する傾斜面をその中間部に有し、下部面はサセプターを前記傾斜面と対向する位置

ア供給手段と、反応ガス原料通路の前記両端部のうち一端部と連通してアンモニア以外の反応ガス原料を前記反応ガス原料通路に供給する反応ガス原料供給手段と、反応ガス原料通路の他の端部と連通して前記反応ガス原料通路から反応ガス原料を排出させる反応ガス原料排出手段と、アンモニアガスを加熱するためのアンモニアガス加熱手段及びサセプターを加熱するためのサセプター加熱手段を含むことを特徴とする化合物半導体製造用水平反応炉が提供される。

【0011】望ましくは、本発明による化合物半導体製造用水平反応炉は前記サセプターを回転させるサセプター回転手段を更に含む。

【0012】さらに望ましくは、アンモニア供給管加熱手段及びサセプター加熱手段はRFコイルヒータであり、サセプターは基板を支持し、サセプター回転手段により回転される回転部と、回転部を囲む固定部を含み、アンモニア供給管はサセプターの上部面で反応ガス原料供給手段に向って基板に隣接した位置で開放され、固定部を貫通して設けられて固定部の加熱によって加熱される。

【0013】さらに望ましくは、アンモニア供給管は反応炉側の端部にて、基板周囲に延長される長溝と連結される。

【0014】さらに望ましくは、サセプター回転手段はサセプターとサセプター回転モータを連結させる磁性流体動力伝達部を含む。

【0015】さらに望ましくは、本発明の他の一面にて、アンモニア供給管の加熱手段はアンモニア供給管を囲む電気抵抗ヒータであり、サセプター加熱手段はサセプター下部に位置した電気抵抗ヒータであり、アンモニア供給管は前記内壁の下部面にて反応ガス原料供給手段に向ってサセプターに隣接した位置で開放される。

【0016】さらに望ましくは、反応炉はサセプターにガスを供給する第1ガス供給手段と第2ガス供給手段をさらに含み、サセプターは前記内壁の下部面上に支持されるサセプターブロックと、サセプター中心円筒部とサセプター回転部とを含み、サセプターブロックはサセプター回転部とサセプター中心円筒部とを受容する湾入部と、第1及び第2ガス供給手段から供給されるガスが流入される第1及び第2ガス供給管と、ガスを流出させる流出口とを含み、サセプター中心円筒部は開放された端部が前記湾入部の底面に固定される中空円筒形の形状を有すると共に、複数の貫通開口を含み、サセプター回転部は基板を支持する本体部と本体部との下部から延長され、サセプター中心円筒部を取り囲む中空円筒部を含み、中空円筒部はその外周縁に提供された複数の羽根を含み、湾入部の底面には前記第1ガス供給管が連結されて第1ガスを通じて供給されたガスが湾入部の底面と前記サセプターの中心円筒部の内部により限定された空

入して中空円筒部の表面に圧力を加えてサセプター回転部を上昇させ、湾入部の側壁には第2ガス供給管が連結されて第2ガス供給管を通じて供給されたガスがサセプター回転部の中空円筒部と前記サセプターブロックの湾入部との間の空間に流入して前記複数の羽根と衝突して前記サセプター回転部を回転させるように構成してなっている。

【0017】本発明によるGa<sub>N</sub>半導体製造用水平反応炉では基板が置かれたサセプターを磁性流体動力伝達部又はガスの流動を用いて回転させることにより、ギヤ部分などの摩擦による粉塵発生の問題がなく、約1,000℃の高温を要する窒素イオン供給源であるアンモニアガスを熱分解する部分を別個に提供し、熱分解されたアンモニアガスの供給を基板の近くで行い、反応原料と予め反応することを防ぎ、かつ高温で加熱されたサセプターによる反応ガスの熱対流で薄膜成長が阻害されることを防ぐためサセプター上部の内壁をガス排出口側に傾斜角を成すことにより良質の薄膜が成長し得るようにする。

【0018】

【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照して本発明を詳細に説明する。

【0019】図1乃至図11に本発明の第1実施例を示す。図1に本発明の第1実施例によるGa<sub>N</sub>半導体製造用水平反応炉が示されている。本発明の反応炉は化合物半導体形成のための反応工程としてMOCVD工程に主に使用されるためのものではあるが、前記目的に適合な他の工程にも使用することもできる。

【0020】図1に示された反応炉(1)は反応炉外壁(2)と、反応ガス原料の層流を誘導する内壁(3)と、反応ガス原料供給部(9)と、基板(17)が置かれるサセプター(6)と、サセプターを回転させる磁性流体動力伝達部(8)と、基板を加熱するためのRF (radio frequency) ヒータ(12)と、反応炉から反応ガスを排出させる反応ガス排出部(13)を含む。反応炉(1)はゲート弁(14)を通じて基板ローディングチャンバー(15)と連結される。

【0021】外壁(2)は反応ガス圧力を維持する役割をし、外壁の外側にコイル形状に配置されたRFヒータ(12)により加熱されない透明絶縁体である石英管からなっており、水冷ジャケット支持台(10)により固定されている。

【0022】内壁(3)はRFヒータで加熱されない石英管からなっており、一方の端は反応原料ガス供給部(9)と連結されており、原料ガスを噴射するシャワー部(5)と熱対流を抑制するように作られた傾斜部(4)を含む。Ga<sub>N</sub>半導体製造のための反応ガス等のうち、アンモニアを除いた原料ガスの流動はガスが噴射されるように一定間隔で孔を開けたシャワー部(5)を通過してサセプター(6)の入口で、高温で加熱されたアンモニアガスから発生され

置したサセプター(6)上の基板(17)上にGa<sub>N</sub>半導体薄膜を形成する。基板(17)は後述した通り、基板の上で成長する薄膜の厚さの均一性を向上させるためにサセプター(6)により回転可能である。

【0023】MOCVD工程でGa<sub>N</sub>半導体を成長させる時、1,000℃以上の高温加熱が必要となるため、反応ガス即ち、ハイドライド(hydride)ガスと有機金属(MO)ソースなどが高い温度のサセプター(6)の上で熱対流現象により基板(17)に安着されず浮上することになる。熱対流を除去しなければ薄膜が均一にならないのみならず、薄膜を全く成長させることができないこともある。かかる熱対流を除去するために内壁(3)の中間部に傾斜面(4)を提供することにより、層流が高温であるサセプターによる熱対流の影響無しに、Ga<sub>N</sub>半導体成長反応が起こる基板(17)上に到達することができる。傾斜面の傾斜角は基板のサイズ及び原料ガスの流動速度に応じて異なり、基板上に層流を形成することもできるように選択される。内壁に傾斜面(4)をサセプターと対向する位置に形成することにより原料ガスの流動は傾斜面との衝突により高温の基板による原料ガスの加熱にも拘わらず、下方に即ち、基板に向かって集中される。従って、本発明の内壁はその傾斜面により原料ガスの流動を案内して原料ガスの安定された層流をできるだけ基板上に集中させて効率的な薄膜成長を可能にさせ、基板周囲の内壁に付着される原料の損失をも減少させる。

【0024】図2～図6に本発明による化合物半導体製造用の水平反応炉の内壁を示す。内壁はアンモニアガスを除いた反応ガス原料を供給する反応ガス原料供給部(9)と連結されて内壁の反応空間に反応ガス原料を導入する円筒型の導入部(40)と、サセプターを支持する支持部(46)を有する下部壁(45)と、サセプターの上に位置した傾斜面(4)を有する上部壁(42)と、上部壁と下部壁を連結する側壁(43,44)を含む。上部壁、下部壁及び側壁は反応ガスの通路となる矩形断面形状の通路を形成する。拡張部(41)は導入部(40)と通路とを連結する。拡張部(41)を過ぎて通路が始まる所で反応ガスはシャワー部(5)を経て噴射される。下部面(45)の略中間で下部面(45)から外部に突出された支持部(46)は後述するサセプターの(図9の)突起(48)が入り込む溝(33)を有する。上部壁(42)の傾斜面(4)は支持部(46)により支持されるサセプター上の基板に対向して位置する。反応ガスは基板上を過ぎて導入部とは反対側にある内壁の端部を通じて排出される。

【0025】外壁(2)と内壁(3)との間の空間には内壁により囲まれた空間内の反応ガスの圧力を維持する役割をする例えば、水素ガスなどのガスが流動される。外壁と内壁との間の空間を通過したガスは内壁の端部で排出された原料ガスの流動と混合されて、(図示せず)ポンプに

ガスが続いて供給される。

【0026】図7～図10に本発明による化合物半導体製造用水平反応炉のサセプターを示す。サセプター(6)は基板(17)を支持し回転させる回転部(30)と、回転部(30)を囲む固定部(31)を含む。固定部の両側面には内壁(3)の下部壁(45)の支持部(46)の溝(33)に入り込む突起(48)を有する側面部(47)が付着される。固定部と回転部との間の間隔はできるだけ小さくするのが良く、サセプター加工の容易性を考慮して約1mmとすることができ、アンモニア供給管(7)が固定部(31)を貫通して固定部(31)の内部に位置される。アンモニア供給管は固定部(31)が内壁(3)に固定された時、回転部(30)を基準として反応ガス原料供給部(9)を向かった方で固定部(31)に形成された長い溝(50)に連結されて内壁(3)の内部空間への流体移動通路を形成する。

【0027】図11に、組立てた状態のサセプターを詳細に示す。基板(17)が装着されたサセプター(6)の回転部(30)は基板の上で成長する薄膜の厚さを含む薄膜品質の均一性を向上させるために回転する。回転部(30)は(図1の)サセプター回転モータ(51)と磁性流体動力伝達部(8)で連結され、これにより回転及び真空封入が円滑になる。サセプターの回転部(30)とその上に置かれた基板(17)は内壁(3)の下部面(45)と事実上同一な平面上に位置する。サセプター(6)の回転部(30)と、固定部(31)と、側面部(32)は黒煙からなり、SiC(silicon carbide)でコーティングされる。サセプター(6)全体はRF誘導コイルで加熱され、RF誘導コイルは外壁を囲まれたコイル形状の加熱部(12)の形態で提供される。サセプターの加熱に応じて、固定部(31)の内部を貫通するアンモニア供給管(7)が加熱され、その内部のアンモニアガスが加熱されて窒素イオンで予め分解されて溝(50)に噴射される。溝(50)は基板(17)の直径よりやや長く形成されて窒素イオンの流動が基板全体上で均一に起るようにする。窒素イオン排出のための溝をサセプターの固定部(31)上で基板(17)近く位置させることにより窒素イオン流動が基板の直上で成されるようにしてGaN半導体薄膜形成反応に必要な窒素イオンの密度を増加させる。窒素イオン流動がこのように成されると内壁(3)内の反応空間での滞留時間が短縮されるため、アンモニアガスへの還元が減少され、窒素イオン流動がシャワー部(5)からの他の原料ガス等の流動により基板(17)を向かう方向に密着されるように加圧されるため、窒素イオンの密度はさらに増加する。

【0028】以上、本発明の第1実施例による化合物半導体製造用水平反応炉に対して説明した。第1実施例による反応炉はアンモニア供給管がサセプター内部に一体に形成され、サセプターとアンモニアが外壁に巻き取られたRF加熱部により同時に加熱されるため、サセプター

る。

【0029】図12～図18に本発明の第2実施例を示す。図12に示されたGaN半導体製造用水平反応炉はアンモニアガス供給管がサセプター内部を貫通せず、サセプターとは別途の供給管を通じて、内壁に限定された反応空間内部へ供給される。サセプターとアンモニア供給管の加熱はそれぞれ別途のヒータにより行われる。第1実施例ではサセプターとアンモニアガスの加熱がRF加熱部による黒煙材質のサセプターの加熱により同時になされ同温度(例えば、800℃)で遂行されるものの、第2実施例では別途のヒータによる別途の制御が可能であるため、アンモニアガスの熱分解温度は約1000℃で、サセプター上の基板の加熱温度は1000℃より低い所定の適切な温度で維持して反応に必要な最適条件が維持されるようにする。

【0030】以下、本発明の第2実施例によるGaN半導体製造用水平反応炉を図12～図18を参照して説明する。第1実施例と同一な部品は同一な参照符号を用いその説明は省略した。

【0031】図12に示されたGaN半導体製造用水平反応炉(100)にて、アンモニアガス供給部(110)と、サセプターを支持するための基部板(120)が外壁(101)の下部から突出した支持部(102)に(図示せず)ボルトにより固定される。基部板(120)には支持部(102)と基部板(120)との間をシールするOリング(図示せず)を受容する溝(121)が提供される。その上に基板(17)が置かれるサセプター(130)が軸(134)を通じて磁性流体回転部(135)に連結され、磁性流体回転部(135)により基部板(120)に固定される。アンモニアガス供給部(110)は基部板(120)に提供された開口(122)を通じて置かれておりアンモニアガス供給部支持板(111)により基部板(120)に固定される。アンモニアガス供給部支持板(111)にはこの支持板(111)と基部板(120)との間をシールするOリング(図示せず)を受容する溝(112)が提供される。

【0032】図13に第2実施例のアンモニア供給部(110)と、サセプター(130)及び基部板(120)を詳細に示す。アンモニア供給部(110)はその中心に位置したアンモニア供給管(113)と、アンモニア供給管(113)の上部を囲むヒータ管(114)と、ヒータ管の下にてアンモニア供給管(113)を囲む本体(115)と、本体(115)の下に位置し周囲からアンモニア供給管(113)をシールする迅速結合式シール部(quick coupling seal, 116)を含む。本体(115)はその側面に形成された動力供給通路(117)と、その内部に形成されヒータ管(114)の熱から迅速結合式シール部(116)などを保護する冷却水通路(118)を有する。ヒータ管(114)はその一端部でヒータ管より大きい厚さと直径を有するフランジ型の基部(119)に連結される。基部(119)はヒータ管の配線(図示せず)と連結され、配線

は動力供給通路(117)を通じて反応炉(100)外部の電源(図示せず)と連結される。本体(115)は溶接により支持板(111)に固定される。支持板(111)は図示されないボルトにより基部板(120)に固定される。支持板(111)と基部板(120)の材質としてはステンレス鋼が使用される。

【0033】ヒータ管(114)としてはPBNヒータが使用される。アンモニアとサセプターの加熱が外壁を囲むRFコイルでなく、別途のヒータで遂行されるため、反応炉の外壁(101)は例えば、ステンレス鋼で製作することができ

【0034】サセプター(130)はSiCコーティングされた黒煙円板で作られ、その上部面に基板が置かれるリセスを有する。サセプター(130)はその下部面と周縁にてモリブデン板(131)で囲まれる。通常、モリブデン板(131)の下にはモリブデン板と間隔を置いてヒータ(132)が位置される。ヒータ(132)としてはPBNヒータが使用される。モリブデン板(131)はヒータ(132)から受けた熱を分散させてサセプター(130)が均一な温度分布となるように加熱させる。ヒータ(132)はモリブデン板と対面する部分を除いた部分にて放熱板(133)で囲まれヒータ(132)からの熱がモリブデン板(131)に効果的に集中し反応炉の他の部分に向わないようにする。モリブデン板は軸(134)を通じて磁性流体回転部(135)に連結される。サセプター(130)を回転させるための駆動力は反応炉の下方に位置したモータ(137)からカップリング(136)と磁性流体の回転部(135)、そして軸(134)を経てモリブデン板(131)に伝達される。ヒータ(132)は基部板(120)に固定された支持台(138)により支持される。磁性流体回転部(135)は基部板(120)の下部面の湾入部(139)に螺着される。磁性流体回転部(135)と湾入部(139)との間には気密のためのOリング(図示せず)を受容する溝(140)がある。Oリングなどを保護するための冷却水通路(141)が基部板内部を通じて形成されている。

【0035】更に、図12からみると、アンモニア供給部(115)のアンモニア供給管(113)はその上端部にて内壁(103)の下部面(145)から突出したチューブ型突出部(146)に挿入されている。ヒータ管(114)はチューブ型突出部(146)の端部と接触する。チューブ型突出部(146)は下部面(145)と出合う部分で内壁(103)の縦方向に長溝(148)を形成する。このような構成により発生した窒素イオンガスは内壁(103)から限定された反応空間内へ流入され、チューブ型突出部とヒータ管との間の漏洩は無視できる程度である。

【0036】アンモニア供給管(113)の下部に供給されたアンモニアガスは、アンモニア供給管(113)のヒータ管(114)で囲まれた部分を通過しながら約1000℃で加熱される。加熱されたアンモニアガスは熱分解されて窒素イオンガスを形成し、形成された窒素イオンガスはアン

モニアの反応空間内へ流動する。窒素イオンガスが反応ガス供給部(9)からの他の原料ガス流動と混合されて基板(17)上で反応原料ガス流動を形成することになるのは実施例1と同様である。

【0037】サセプター(130)は内壁(103)の下部面(145)に形成された開口(147)に、モリブデン板(131)とサセプター(130)と、サセプター上に装着された基板(17)が内壁(103)の下部面(145)と略同一面を成すように位置する。開口(147)とモリブデン(131)との間の間隔は加工を考慮して略1mmとする。

【0038】図14～図18に本発明の第2実施例による反応炉の内壁(103)を示す。第2実施例の内壁(103)は、第1実施例の内壁(3)の下部面(45)上の支持部(46)の代りに、アンモニア供給管(113)と結合されるチューブ型突出部(146)と、サセプター(130)が位置される開口(147)が下部面(145)上に提供されるという点で異なる。

【0039】図19～図32に本発明の第3実施例を示す。図19に示されたGaN半導体製造用水平反応炉にはサセプターの回転が反応炉外部から供給されたガスがサセプター内部を貫通・流動することにより成される。サセプターの加熱は第1実施例のように外壁の外側にコイル形状に配置されたRFヒータ(212)によりなされる。

【0040】以下、本発明の第3実施例によるGaN半導体製造用水平反応炉を図19～図32を参照して説明する。第1実施例及び第2実施例と同一及び類似な部品は同一の参照符号又は200を加えた参照符号を用い、その説明は省略した。

【0041】図19に示されたGaN半導体製造用水平反応炉(200)はサセプター(230)の回転がガス供給部(210, 212)を通じて反応炉(200)の外部から供給される水素ガスなどのガスの流動によりなされるとの点で第2実施例と差異がある。また、アンモニアガス供給部(110)が水平に反応ガス原料供給部(209)にベルト(214)で装着され、アンモニアガス供給部(110)から供給される加熱されたアンモニアガスは拡散案内(216)を通じて、内壁(203)に限定された反応空間へ供給されとの点で第2実施例と差異がある。第3実施例は磁性流体動力伝達部を使用しないため、磁性流体動力部の装着及び保護のための設計の必要がなく、アンモニアガス供給部(110)が水平に装着されるため、反応炉の外壁(202)にアンモニアガス供給部の装着のための開口などを提供する必要がなく、その結果反応炉の構造が単純になり、製作が容易になるという長所がある。

【0042】図20～図23は第3実施例の内壁(203)の構造を示す。内壁(203)は拡散案内(216)を通過したアンモニアガスが反応空間へ流入されるスリット(218)をシャワー部(5)に隣接して有する。スリットと内壁(203)の出口との間には傾斜面(4)に対向する位置にサセプ

【0043】図24を参照してサセプター(230)の回転作動を説明する。サセプター(230)は図25～図27を参照して後述するサセプターブロック(260)、サセプター回転部(262)及びサセプター中心円筒部(264)を含む。サセプター中心円筒部(264)の底に連結されたガス供給管(266)を通じて、ガス供給部(212)から加圧された水素ガスが供給され、水素ガスはサセプター中心円筒部(264)の円筒形壁に設けられた複数の開口(268)を通じて吐出されてサセプター中心円筒部(264)と、サセプター中心円筒部(264)を取り囲むサセプター回転部(262)の湾入部(270)との間の間隔に流動する。サセプター回転部(262)の湾入部(270)の表面に作用する水素ガスの圧力はサセプター回転部(262)をサセプターブロック(260)の端(272)に安着された位置からサセプター回転部(262)上に装着された基板(17)が下部壁(245)とサセプターブロック(260)の上部面(278)と同一面になる位置まで上昇させる。水素ガスの流動によるこのような上昇作動はガス供給管(266)を通じた水素ガスの流量を図示しない質量流動制御器(mass flow controller, MFC)により制御することにより制御可能である。

【0044】サセプター回転部(262)が作動位置に上昇するとガス供給部(210)からの水素ガスがガス供給管(280)を介してサセプター回転部(262)とサセプターブロック(260)との間の間隔に流入する。流入された水素ガスはサセプター回転部(262)の下部周縁に提供された羽根(282)と衝突してサセプター回転部(262)を回転させる。サセプター回転部(262)の回転速度はガス供給管(280)を通じた水素ガスの流量を図示しない質量流動制御器により制御することにより制御可能である。流入された水素ガスはサセプターブロック(260)の端(272)に設けられた流出口(284, 286)を通じて内壁(203)と外壁(202)との間の空間に排出され、内壁(203)とサセプター(230)に限定される反応空間には影響を及ぼさない。薄膜成長が完了した後はガス供給管(266, 280)を通じたガス流動を各々制御してサセプター回転部(262)の回転を止めた後、サセプター回転部(262)をサセプターブロック(260)の段(272)上の安着位置に下降させる。

【0045】図25～図27を参照してサセプターブロック(260)の各部分を詳細に説明する。サセプターブロック(260)は略直方体の形状を有しSiCコーティングされた黒鉛で作られる。ブロックの上部面(278)の略中心部にはサセプター回転部(262)とサセプター中心円筒部(264)を受容するための湾入部(288)が提供される。湾入部(288)はブロックの上部面(278)から湾入部の底(290)まで同芯に配置された段(272, 274, 276)とこれらの間を連結する円型側壁(292, 294, 296, 298)を有する。各段はサセプター回転部(262)を安着させるのに適合なサイズ及び位置を有する。サセプターブロック(260)の下部面(30

02)を取り囲む突出部(308)が提供される。開口(302)の一方側端部はサセプターブロック(260)の一側面(310)にて開放され、他方側端部は開口(302)の縦方向と垂直に底(290)の中心で開放される。突出部はサセプター(230)が内壁(203)に装着された状態で内壁(203)のサセプター受容部(220)に設けられた切取部(311)に入り込む。サセプターブロック(260)の湾入部の側壁(294)に隣接してガス供給管(280)を受容するためにサセプターブロック(260)の縦方向に延長する開口(300)が提供される。開口(300)の一方側端部はサセプターブロック(260)の一側面(310)にて開放され、他方側端部は湾入部の側壁(294)で開放される。サセプターブロック(260)の中心線に対して開口(300)と対向する位置にサセプターブロック(260)の縦方向に延長する開口(304)がさらに提供される。開口(304)の一方側端部はサセプターブロック(260)の一側面(310)で開放され、他方側端部は湾入部の側壁(294)と段(274)が出合う地点で開放される。開口(304)にはガス供給管(266, 280)と同様に石英で作られた(図示せず)管が挿入されて、サセプター(230)を反応炉(200)にローディング及びアンローディングするとき、ガス供給管(266, 280)と共にサセプター(230)を支持する役割を果し、管を通じて熱電対が挿入されてサセプターの温度を測定することができるようになる。

【0046】図28及び図29を参照してサセプター中心円筒部(264)の各部分を詳細に説明する。サセプター中心円筒部(264)はSiCコーティングされた黒鉛で作られ一方がふさがった中空円筒型状を有する。サセプター中心円筒部(264)の開放された端部は湾入部の底(290)に(図示せず)ボルトなどにより固定される。サセプター中心円筒部(264)の側壁には多数の貫通開口(312)が均一に配置される。ガス供給管(266)を通じて供給された水素ガスはサセプター中心円筒部(264)の内部とサセプターブロック(260)の湾入部(288)の底(290)により限定された空間を経て開口(312)を通じて吐出される。

【0047】図30～図32を参照してサセプター回転部(262)の各部分を詳細に説明する。サセプター回転部(262)はSiCコーティングされた黒鉛で作られ、本体部(322)と、本体部(322)の上部面に提供されて基板(17)を支持するリセス(324)と、本体部(322)の下部で下方に延長される中空円筒部(326)を含む。中空円筒部の内部の空間はサセプター中心円筒部(264)を取り囲む湾入部(270)を限定し、中空円筒部(326)の外部面にはその周縁に沿って複数の羽根(282)が均一に提供される。

【0048】

【発明の効果】前述した構成により本発明による水平反応炉はサセプター上を通り過ぎて流動する反応ガスの熱対流現象を除去し、基板上に原料ガスの層流流動の形成を誘導することによりGaN半導体の高品質エピタキシャ

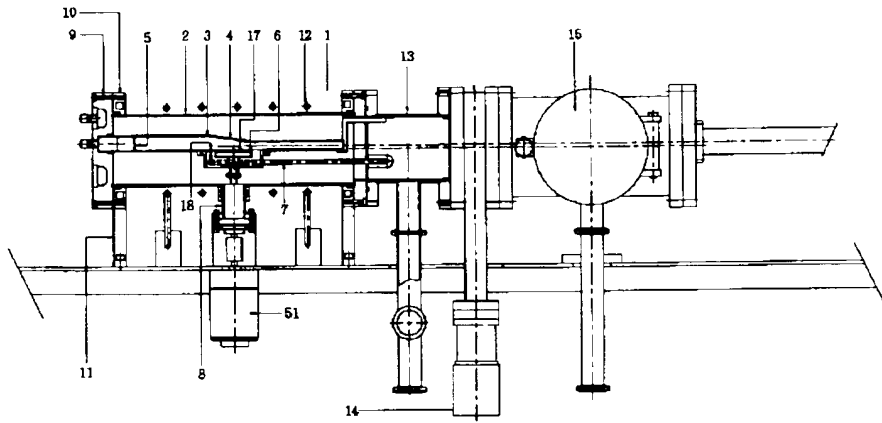
【図1】本発明の第1実施例による反応炉の断面図。  
 【図2】反応炉の内壁の平面図。  
 【図3】図2の線III-IIIによる内壁の断面図。  
 【図4】内壁の底面図。  
 【図5】内壁の左側面図。  
 【図6】内壁の右側面図。  
 【図7】サセプターの平面図。  
 【図8】図7の線IIX-IIXによるサセプターの断面図。  
 【図9】図8の線IX-IXによるサセプターの断面図。  
 【図10】図8の線X-Xによるサセプターの断面図。  
 【図11】サセプターとサセプター周囲内壁の部分拡大断面図。  
 【図12】本発明の第2実施例による反応炉の断面図。  
 【図13】サセプターと窒素イオン供給部を示した断面図。  
 【図14】反応炉の内壁の平面図。  
 【図15】図14の線XV-XVによる内壁の断面図。  
 【図16】内壁の底面図。  
 【図17】内壁の左側面図。  
 【図18】内壁の右側面図。  
 【図19】本発明の第3実施例による反応炉の断面図。  
 【図20】反応炉の内壁の平面図。  
 【図21】図20の線XXI-XXIによる内壁の断面図。  
 【図22】内壁の左側面図。  
 【図23】内壁の右側面図。  
 【図24】内壁に装着され、ガス供給部に連結された状態のサセプターの拡大断面図。  
 【図25】サセプターブロックの平面図。  
 【図26】図25の線XXVI-XXVIによるサセプターブロックの断面図。  
 【図27】図26の線XXVII-XXVIIによるサセプターブロックの断面図。  
 【図28】サセプターの中心固定部の平面図。  
 【図29】サセプターの中心固定部の正面図。  
 【図30】サセプター回転部の平面図。  
 【図31】図30の線XXXI-XXXIによる断面図。  
 【図32】図31の線XXXII-XXXIIによる断面図。  
 【符号の説明】

1 : 反応炉  
 2 : 外壁  
 3 : 内壁  
 4 : 傾斜面  
 5 : シャワー部  
 6 : サセプター  
 7 : アンモニア供給管  
 8 : 磁性流体動力伝達部  
 9 : 反応ガス原料供給部  
 10 : 水冷ジャケット

13 : 反応ガス排出部  
 14 : ゲート弁  
 15 : 基板ローディングチャンバー  
 17 : 基板  
 30 : 回転部  
 31 : 固定部  
 33, 50, 112, 121, 140, 148 : 溝  
 40 : 導入部  
 41 : 拡張部  
 42 : 上部壁  
 43, 44 : 側壁  
 45 : 下部面  
 46 : 支持部  
 47 : 側面部  
 48 : 突起  
 100 : 反応炉  
 101 : 外壁  
 102 : 支持部  
 110 : アンモニアガス供給部  
 111 : アンモニアガス供給部支持板  
 113 : アンモニア供給管  
 114 : ヒータ管  
 115 : 本体  
 116 : 迅速結合式シール部  
 117 : 動力供給通路  
 118 : 冷却水通路  
 119 : 基部  
 120 : 基部板  
 122 : 開口  
 130 : サセプター  
 131 : モリブデン板  
 132 : ヒータ  
 133 : 放熱板  
 134 : 軸  
 135 : 磁性流体回転部  
 136 : カップリング  
 137 : モータ  
 139 : 湾入部  
 141 : 冷却水通路  
 145 : 下部面  
 146 : チューブ型突出部  
 147 : 開口  
 210, 212 : ガス供給部  
 216 : 拡散案内内部  
 230 : サセプター  
 260 : サセプターブロック  
 262 : サセプター回転部  
 264 : サセプター中心円筒部

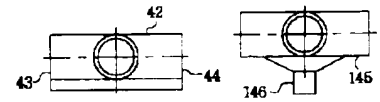


【図1】

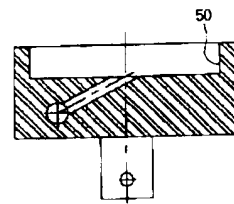


【図5】

【図17】



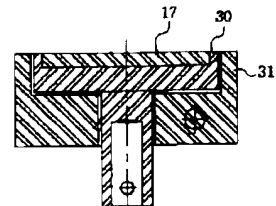
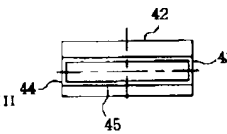
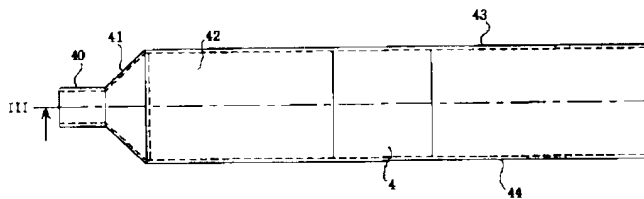
【図9】



【図2】

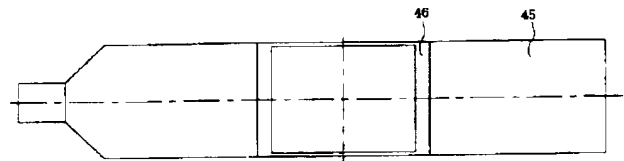
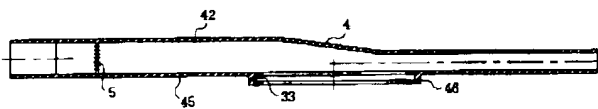
【図6】

【図10】



【図3】

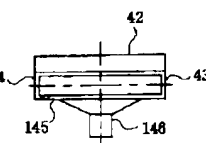
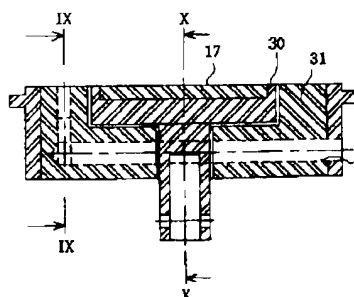
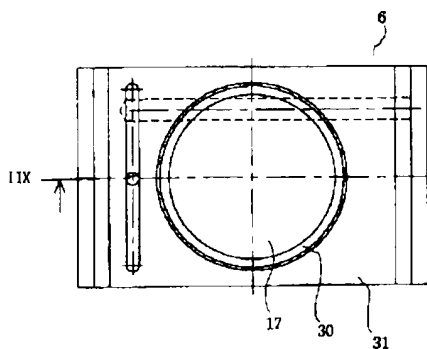
【図4】



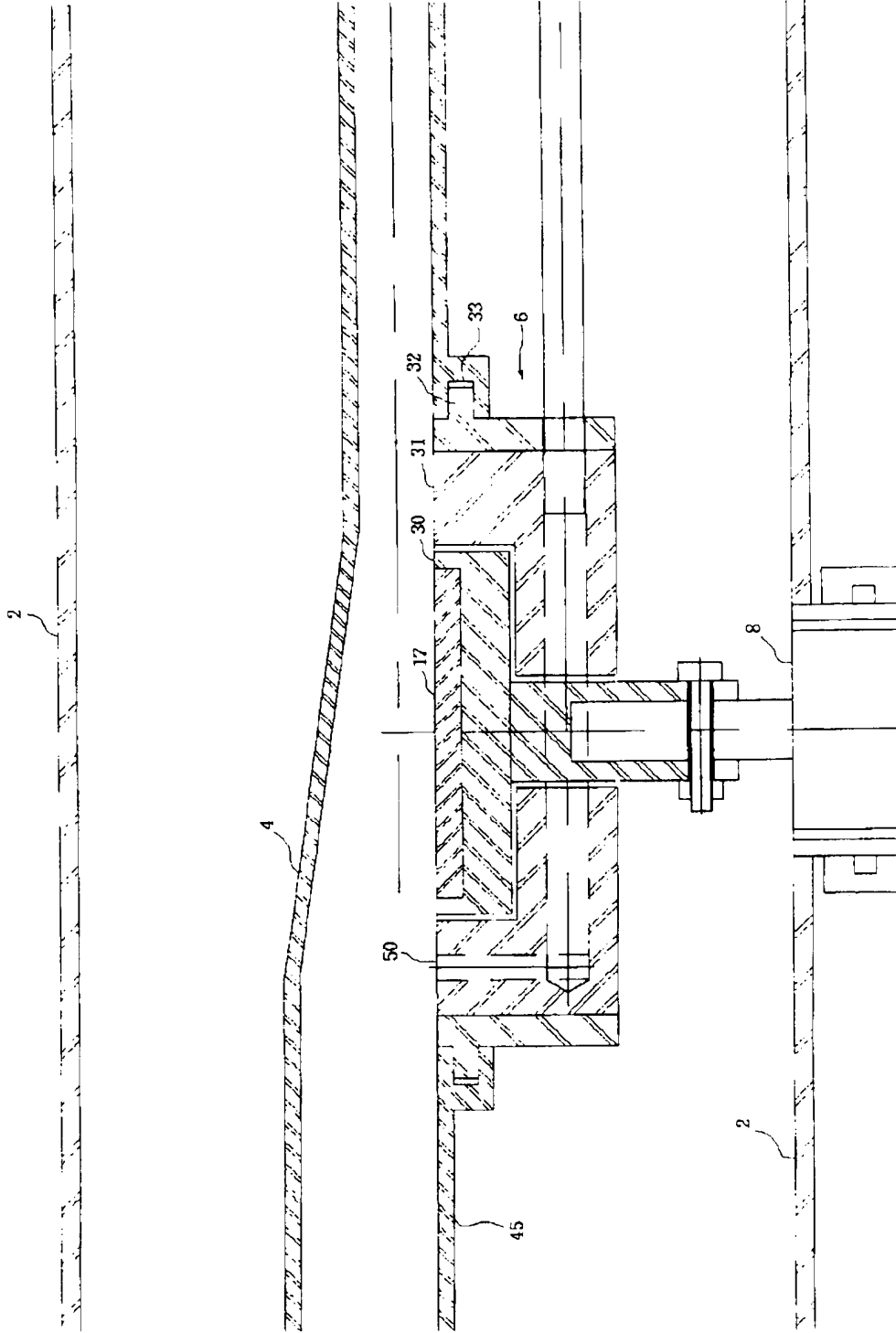
【図7】

【図8】

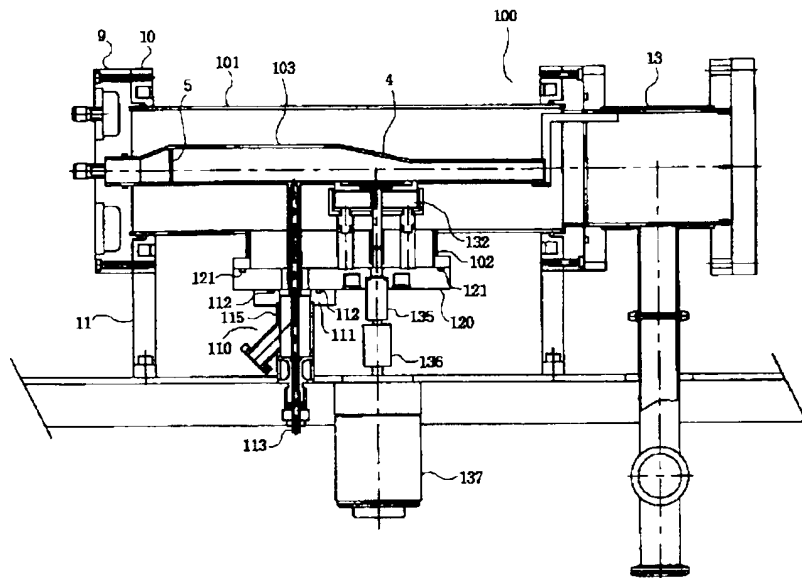
【図18】



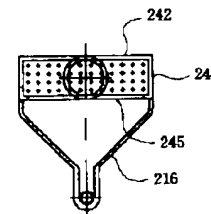
【図11】



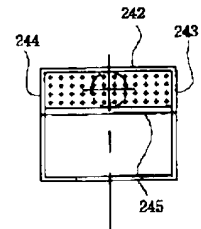
【図12】



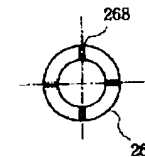
【図22】



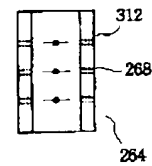
【図23】



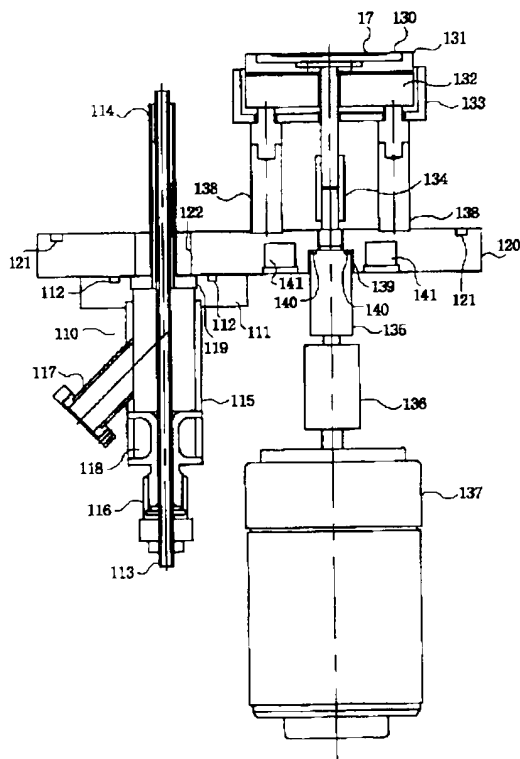
【図28】



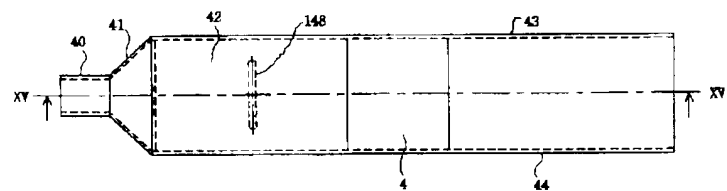
【図29】



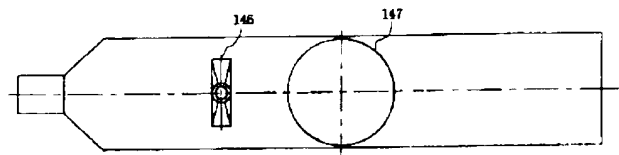
【図13】



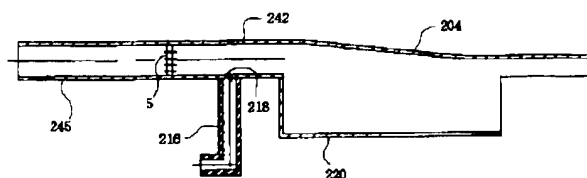
【図14】



【図16】



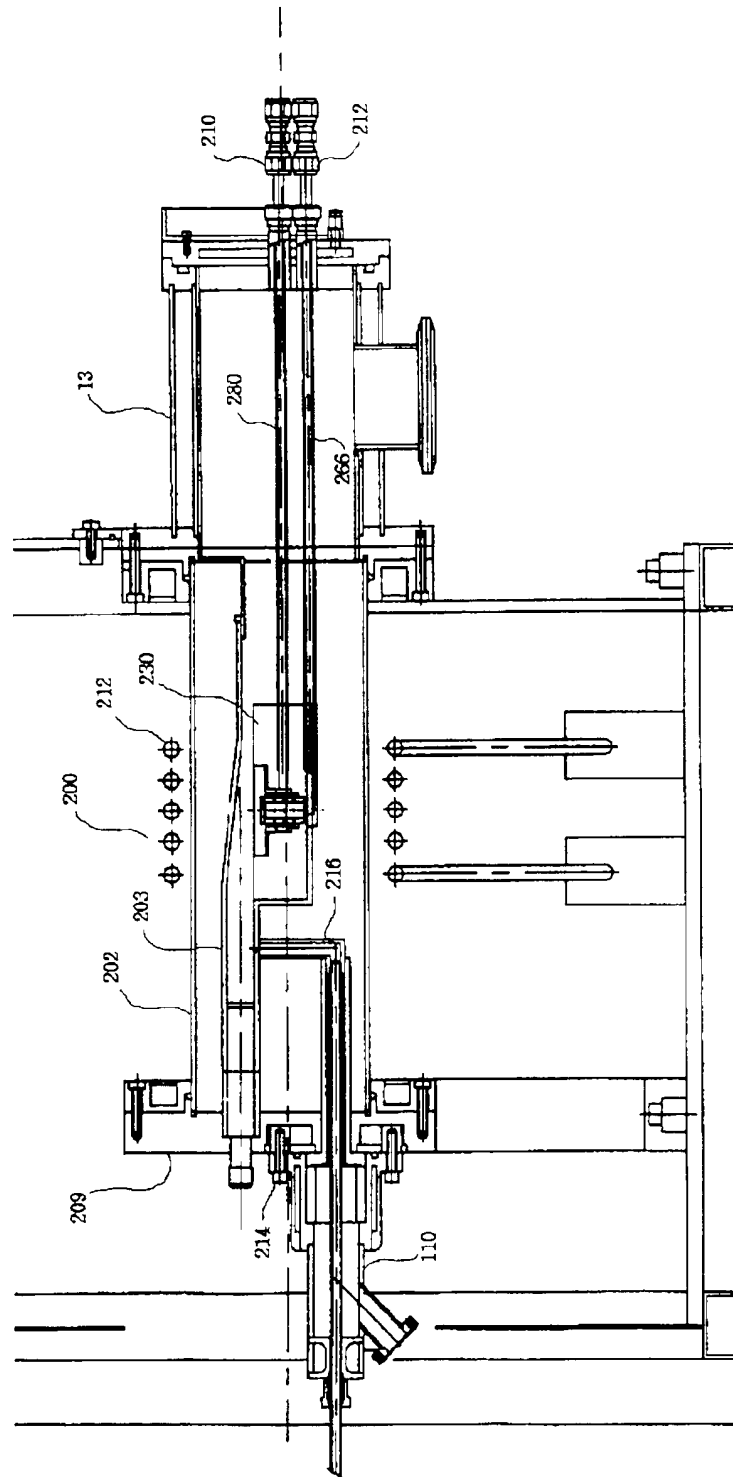
【図21】



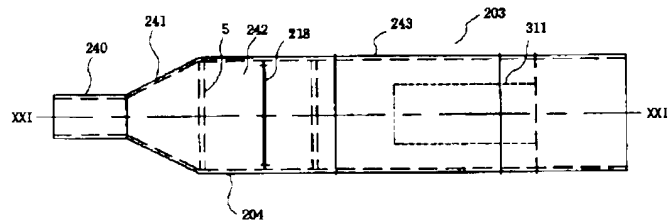
【図15】



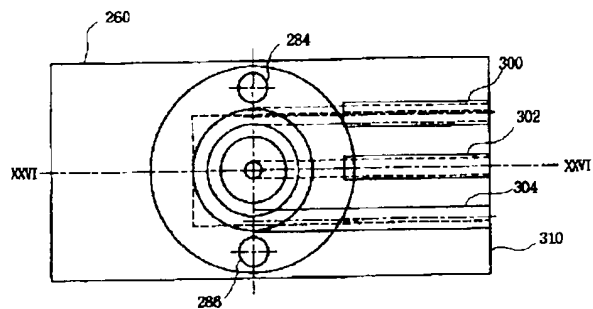
【図19】



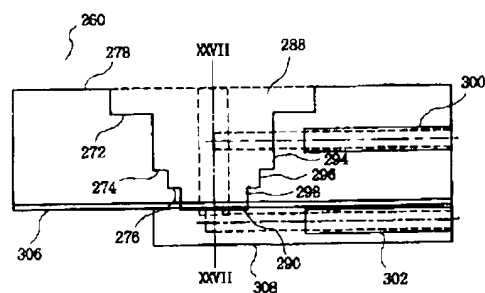
【図20】



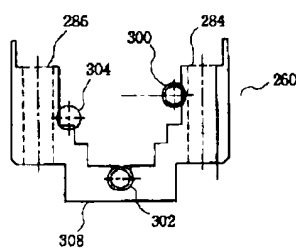
【図25】



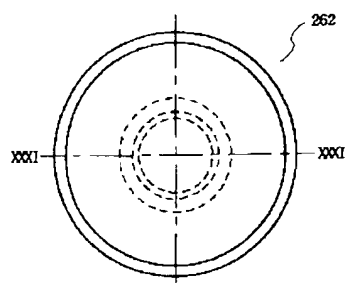
【図26】



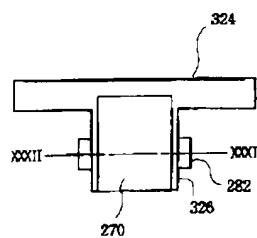
【図27】



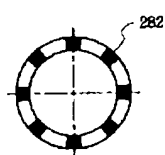
【図30】



【図31】



【図32】



【図24】

